



JPW

PTO/SB/21 (02-04)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

## TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Total Number of Pages in This Submission

39

Application Number

10/790,929

Filing Date

3/01/2004

First Named Inventor

Nobuto Kawahara

Art Unit

2851

Examiner Name

unknown

Attorney Docket Number

CFA00052US

### ENCLOSURES (Check all that apply)

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form                                | <input type="checkbox"/> Drawing(s)   | <input type="checkbox"/> After Allowance communication to Technology Center (TC)        |
| <input type="checkbox"/> Fee Attached  | <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers                                       | <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences     |
| <input type="checkbox"/> Amendment/Reply                                     | <input type="checkbox"/> Petition   | <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) |
| <input type="checkbox"/> After Final   | <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application               | <input type="checkbox"/> Proprietary Information  |
| <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)                           | <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address | <input type="checkbox"/> Status Letter  |
| <input type="checkbox"/> Extension of Time Request                           | <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer  | <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):                    |
| <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request                         | <input type="checkbox"/> Request for Refund   |   |
| <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement                    | <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____                                      |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)   | Remarks   |   |
| <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application    |   |   |
| <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53 |   |   |

### SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm or Individual name  
Canon U.S.A., Inc. IP Department  
Fidel Nwamu

Signature

*Fidel Nwamu*

Date

6/7/04

### CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.

Typed or printed name

Fidel Nwamu

Signature

*Fidel Nwamu*

Date

6/7/04

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日                      2003年    3月    4日  
Date of Application:

出願番号                      特願2003-057103  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [J.P. 2003-057103]

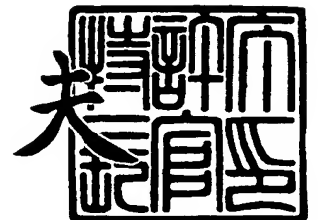
出願人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):



2004年    3月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 253516

【提出日】 平成15年 3月 4日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 投影露光装置及び露光方法

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社  
内

【氏名】 川原 信途

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

【氏名又は名称】 キャノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社  
内

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会  
社内

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投影露光装置及び露光方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源手段からの光束で原板上のパターンを照明する照明光学系と、前記パターンからの光を基板上に投影する投影光学系と、前記基板を搭載して駆動する基板ステージとを有する投影露光装置であって、

前記基板ステージ上に断熱層及び／又は冷却手段を介して遮光板を配置したことを特徴とする投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子、液晶基板及び撮像素子をリソグラフィー技術によって製造するための投影露光装置に関し、更に具体的には紫外線領域のパルス光を発生させるレーザー、ないしは極紫外領域の光を発生させる装置を光源手段として使用し、原板上のパターンを適切に照射し、投影光学系を介して原板上のパターンを感光基板上に転写するための投影露光装置に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイスの製造工程においては、所望の回路パターンが表面に形成されたフォトリソマスクあるいはレチクルと呼ばれる原板（以下、代表してマスクと呼ぶ）に対して照明光を照射し、感光材料が表面に塗布された、シリコンないしはガラス基板からなる感光基板（以下、代表してウエハと呼ぶ）にフォトリソグラフィ技術を用いて、前記マスクのパターンを等倍あるいは縮小投影して転写する投影露光技術が用いられている。

【0003】

ここで、投影露光に用いられる露光照明光の波長を $\lambda$ 、投影光学系の開口数をNAとすると、解像度Rは、係数K1を介して、一般に次式で表現される。

(数1)

$$R = k1 \cdot \lambda / NA$$

したがって、解像度  $R$  を上げて転写されるパターンの線幅をより細くすることによって、半導体デバイスの集積度を上げるために、開口数  $NA$  の増大と、照明光の短波長化による解像度の向上が図られてきた。このとき、例えば、同じ開口数を有する投影光学系を想定した場合、上述の数式から明らかなように、照明光の波長を短くすれば、その照明光の波長に比例して解像度を向上させることができる。つまり、照明光として使用する光源を  $g$  線や  $i$  線の輝線を発する超高圧水銀灯から、 $248\text{ nm}$  の波長を有する  $KrF$  エキシマレーザー、 $193\text{ nm}$  の波長を有する  $ArF$  エキシマレーザー、さらには  $F2$  レーザーや  $EUV$  と呼ばれる極短紫外線へと変更を加えれば解像度を向上させることができる。したがって、半導体デバイスの集積度を上げるために転写されるパターンの線幅をより補足することを目的として、開口数  $NA$  の増大と、照明光の短波長化による解像度の向上が図られてきた。このとき、例えば、同じ開口数を有する光学系を想定した場合は、前記の一般式から明らかなように、照明光の波長に比例して解像度が向上するため、照明光として使用される光源は  $g$  線や  $i$  線の輝線を発する超高圧水銀灯から、 $248\text{ nm}$  の波長を有する  $KrF$  エキシマレーザー、 $193\text{ nm}$  の波長を有する  $ArF$  エキシマレーザー、さらには  $F2$  レーザーや  $EUV$  と呼ばれる極短紫外線へと変更が加えられてきた。

#### 【0004】

ところで、以上に説明した投影露光装置において、例えば  $ArF$  エキシマレーザーのような光を照明光として使用した場合には、照明光のスペクトル線は酸素の吸収スペクトル領域と重なるため、酸素の吸収による光利用効率の低下が発生すると共に、酸素から生成されたオゾンによって更に透過率の低下が促進されるため、 $ArF$  レーザーを狭帯化させて、酸素の吸収による失透現象を押さえた場合であっても、光路  $1\text{ m}$  につき約  $98\%$  程度の透過率を得るに過ぎない。又、オゾンの発生は光路中に存在する水分や hidrocarbon、または有機物といった不純物との化学反応を誘発し、析出した不純物が光学素子の表面に付着し、透過率の低下を招く原因にもなっている。

#### 【0005】

これらの透過率の低下等の不具合を解消する手段として、例えば特開 2000

－ 0 9 1 2 0 7 号公報の投影露光装置では、光学系の内部を窒素やヘリウムのような不活性ガスで充填し、反応析出物の元となる不純物質が光路内に存在しないような構造を採っている。仮に、光学素子の表面に不純物の析出が発生した場合でも、所謂、光洗浄により光学素子の表面を清浄な状態に復元する手法が採られ、光学系の透過率が常に高い状態に保たれるような改善が施されている。

#### 【 0 0 0 6 】

前記の光洗浄について、説明すると、ここで使用されているような露光光、例えば波長が 1 0 0 nm から 2 0 0 nm の範囲にある光を照射した場合、被照射面の表面に析出あるいは付着している不純物質は剥離されて浮遊状態となるため、前述のように透過率の低下した光学素子の表面に A r F レーザーのような露光光を照射し、光学素子周辺に充填した不活性ガスなどのパージガスを換気する事によって、浮遊状態にある不純物質を光路中より除去するものである。

#### 【 0 0 0 7 】

更に、K r F レーザーや A r F レーザーのようなエキシマレーザーを光源として用いる光学装置においては、構成される光学素子の材料として石英あるいは螢石が一般的に用いられているが、特に石英材料を使用した光学素子において、前記エキシマレーザー光の連続的な照射と休止を繰り返した場合に、材料の透過率が照射時間及び休止時間によって変化する事が知られている。図 7 は石英を光学素子の材料として用いた光学系に対して、A r F レーザーの照射と休止を繰り返した場合の透過率を示したものであって、休止時間 8 2 の直前の透過率 8 3 に対して、照射を再開した直後の透過率 8 4 が高くなっており、照射再開後に急速な失透（透過率の低下）が見られる。投影露光装置では透過率の低下をモニターしながら光源であるレーザーの出力などを調整して、照度が安定するように補正は可能であるが、前記の照射再開直後のような急激な変化を補正する事は困難であるため、休止時間後の露光動作開始前に数万パルス程度のレーザーの空打ち照射（以下、予備露光と呼ぶ）を行ない、透過率の急激な変化を押さえる事が有効な手法として用いられている。

以上のように、投影露光装置はその光学性能を保持するために光洗浄や予備露光など、投影露光のために行なうための露光以外にも照明光学系及び投影光学系内

に光を照射する工程が必要とされている。

【0008】

【特許文献1】

特開 2000-091207 号公報

【特許文献2】

特開平 10-335235 号公報

【特許文献3】

特開平 05-215308 号公報

【特許文献4】

特開 2001-035777 号公報

【特許文献5】

特開 2001-110710 号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記のような光源装置の場合、下記に挙げるような欠点があった。

【0010】

まず、光洗浄のための露光や予備露光の際に照射される照射光は、当然のことながら投影露光のための露光光と同一な光路を通過するため、ウエハ 30 の表面位置で結像状態となるが、ウエハステージ 32 上のウエハ 30 に露光光を照射すれば、被露光部分が感光するため、ウエハ 30 以外の場所に露光光を照射する必要がある。然るに、ウエハステージ 32 上は図 3 に示すようにウエハステージ 32 を図示しないレーザー干渉計を用いて位置計測するためのステージミラー 35 及び 36 や、ウエハ 30 表面での露光光照度を計測するための照度センサ 33 などが存在し、それらの部品表面の反射や凹凸状態によって、露光光が照射されると、周囲に散乱光が拡散することになる。ここで発生した散乱光は、ウエハ 30 の感光原因となることはもとより、有害な紫外光である露光光を、露光装置の外部に放出させる原因にも成り得る。

【0011】



次に熱変形の問題が挙げられる。例えば、図6はウエハステージ32に設置された照度センサ33に長時間露光光を照射した時の、ウエハステージ32上の温度の分布について、平面図を用いて模式的に示したものであって、同図において露光光に暴露された照度センサ33は露光エネルギーによって加熱されて温度が上昇し、照度センサ33の温度上昇に伴って、周辺に設置されたステージミラー35やウエハステージ32の表面温度が上昇するため、ウエハステージ32の駆動・位置決め精度が低下すると言う悪影響を受けることとなる。図6では照度センサ33に露光光を照射した場合に関して説明しているが、光洗浄のための露光や予備露光の場合であっても、ウエハステージ32上の特定の照射位置に露光が行われることに違いはなく、蓄熱によって駆動・位置決め精度の低下が発生することは明らかである。

#### 【0012】

もちろん、従来の投影露光装置においても、光洗浄のための露光や予備露光などの照射光を遮断する手段が全く存在しない訳ではなく、例えば図11は特開平10-335235号公報で提案されている投影露光装置の構成を示したものであるが、ここで、照明装置によってマスク21に照射された照明光は投影光学系25を通してウエハ30上に照射される構成となっており、投影光学系25とウエハ30との間に遮光用のシャッタ51が挿入可能となっている。

#### 【0013】

上記の構成の場合は、これまで説明した光洗浄の場合や、光学系の予備露光の場合であっても、シャッタ51でウエハ30及びウエハステージ32側へ照射される照明光を遮蔽する事が可能では有るため、ウエハステージ32上に照射される照明光によってウエハステージ32表面の温度が上昇する事は避ける事ができる。ところが、すでに説明したように、近年の投影露光装置では、解像度 $\beta$ は一般に $\beta = k_1 \cdot \lambda / NA$ で示され、解像度は照明光の波長に比例して解像度が向上し、投影光学系25の開口数NAに反比例して向上するので、照明光の短波長化と開口数NAの増大が求められている。このように開口数NAの値が大きくなると、投影光学系25の射出側の最終レンズとウエハ30との隙間は必然的に狭く待ってしまい、前記従来例のシャッタ51を挿入する余裕を確保する事が困難

になってしまう。又、シャッタ 5 1 の形状を工夫して投影光学系 2 5 とウエハ 3 0 との間に配置した場合であっても、シャッタ 5 1 は照明光の照射によって過熱され、更に、その輻射熱によってウエハステージ 3 2 が熱せられる事は明らかであるため、熱の影響を取り去る事はできないのが現状である。

#### 【0 0 1 4】

また、ウエハ 3 0 の上部において物理的なシャッタ 3 1 が駆動される場合、駆動に用いられるガイド部品やアクチュエータによる発熱や発塵といった二次的な有害要件の発生原因を付加する結果にも成り得るものである。

#### 【0 0 1 5】

本出願に係る発明は光洗浄あるいは予備露光などのように、投影露光以外の目的で実施される露光行為によって、ウエハステージ等のユニットが熱変形等の悪影響を受ける事無く、高精度に使用可能である投影露光装置及び投影露光方法の実現、又は、前記ウエハステージ周辺的环境にも熱の影響を及ぼさない投影露光装置及び投影露光方法の実現を目的としている。

#### 【0 0 1 6】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため本出願に係る投影露光装置は、光源手段からの光束で原板上のパターンを照明する照明光学系と、前記パターンからの光を基板上に投影する投影光学系と、前記基板を搭載して駆動する基板ステージとを有する投影露光装置であって、前記基板ステージ上に断熱層及び／又は冷却手段を介して遮光板を配置したことを特徴としている。

#### 【0 0 1 7】

##### 【発明の実施の形態】

##### （第 1 の実施例）

以下、添付図面を参照して本発明の例示的一態様である露光装置について説明する。

#### 【0 0 1 8】

図 1 0 は本発明の構成を有する投影露光装置の例示的一態様を示す概略構成図であって、同図において 1 は光源であるエキシマレーザー、2 及び 3 はレーザー

からシ出射した光を伝達・成形するための光路調整光学系及び照明形状調整光学系、21は所定のパターンが形成され、原板として用いられるマスク、25はマスク25のパターン像をウエハ30上に投影露光するための投影光学系、32はウエハ30を駆動し位置決めするためのウエハステージを示しており、本露光装置は、パターンの形成されたマスク21を照明し、マスク21に形成されたパターンの一部をウエハ30上に投影露光する露光装置の例であって、マスク21とウエハ30とを同期して走査し、マスク21上のパターンをウエハ30上に逐次転写露光する走査型投影露光装置である。なお、本実施形態では、走査露光型の投影露光装置を例に説明するが、一括露光型の投影露光装置についても本発明が適用可能であることは言うまでもない。

#### 【0019】

近年の投影露光装置においては、ウエハサイズの大型化や、露光光学系のNAの増大、さらには露光装置に付加される機能の増大によって、露光装置自体のサイズが大型化すると共に、光源であるレーザーも高出力化や波長の狭帯化等、機能の追加によって大型化が進み、一般には露光装置本体と、レーザー1はそれぞれ独立した設置位置に配置され、場合によっては、設置される建屋内の異なる階下に配置される場合もある。図10を参照するに、光源であるエキシマレーザーは前記のように、露光装置本体とは異なる階下に設置されており、レーザー1より射出された照明光は光路調整光学系2によって露光装置本体側へと導入されている。図10に示される光路調整光学系2は簡易的に複数の折り曲げミラーによって構成されているが、さらに詳しく説明すると、レーザー1より射出される露光光は光路に垂直な平面内で概ね矩形の断面形状を呈し、水平方向及び垂直方向にそれぞれことなく拡散角を有している。光路調整光学系では図示しない複数のシリンドリカルレンズによって、前記断面形状及び拡散角を所望の形態に成形すると共に、レーザー1の設置された床面と、露光装置本体の設置された床面との相対的な床振動や設置ズレに起因する光軸ズレを検出して、前記折り曲げミラー及びシリンドリカルレンズの位置や取り付け角度を調整することで、光軸ズレを補正する機能を有している。

#### 【0020】

光路調整光学系 2 によって露光装置本体に導入された照明光は照明形状調整光学系 3 によって、さらに光束形状を調整されて、オプティカルインテグレータ 4 の入射面で結像状態となっているが、照明光は照明形状調整光学系 3 内には、図示しない円錐プリズム、又は屋根型プリズム、又は角錐プリズムの凹凸形状を組み合わせて挿脱可能に配置した、図示しない光束調整手段が配置されており、照明光の形状を輪帯形状や分離した複数の光束に成形している。前記、光束調整手段はさらに別の形態として、シリンドリカルレンズ又はトーリックレンズの凹凸形状を組み合わせて挿脱可能に配置され、照明光束の光軸に概ね垂直な面内で前記光束の縦横比率を調整した光束形状に成形するものであっても良い。また、前記、光束調整手段内の各構成要素同士の間隔は調整可能な構造であって、成形される光束の形状は連続的に可変となっているが、光束調整手段全体では射出側でテレセントリックとなっていて、レンズ系によってオプティカルインテグレータ 4 の入射面に結像状態で導光される。

#### 【0021】

オプティカルインテグレータ 4 は、例えば、複数の微小レンズを二次元的に配列した構成となっており、その射出面近傍に 2 次光源を形成し、開口絞り 5 によって照明光束切り出して、照明光束の形状が所望の形状となるように更に厳密に成形する。

#### 【0022】

ここで、開口絞り 5 及びその周辺の光学系の構成について更に詳細に説明する。オプティカルインテグレータ 4 より射出された 2 次光源の光束は、後述する投影光学系 25 によってマスク 21 上のパターンをウエハ 30 上に投影露光する。この時、解像度  $R$  は、上述したように（数 1）で示される。

#### 【0023】

通常、0.7 乃至 0.8 が実用領域とされる  $NA$  に対し、 $K1$  は、位相シフト法を用いて 0.35 程度の値とすることができ、高い解像度を得るために  $NA$  を大きく設計すると、ウエハ 30 上での焦点深度が浅くなってしまい、ウエハ 30 及び露光装置の位置精度が限界となるため、例えば、輪帯照明法や多重極照明法が用いられ、高い解像度と、深い焦点深度の両立を実現している。

## 【0 0 2 4】

輪帯照明法では、開口絞り 5 の位置に、輪帯状の開口（即ち、有効光源）を持つ絞り板を挿入し、マスク 2 1 側へ照射される照明光の形状を調整しており、例えば、内輪側の開口数  $NA_1$  が  $0.45 \leq NA_1$ 、外輪側の開口数  $NA_2$  が  $NA_2 \leq 0.85$ 、 $NA_1$  と  $NA_2$  との比率が  $1/2$  乃至  $3/4$  程度のものが一般的であって、前述した光束調整手段によって光束形状を調整し、開口絞り 5 の開口形状と、開口絞り 5 に照射される照明光の形状とを、前もって概ね等しい形状に成形することにより、照明光の利用効率を向上させることも可能である。照明光の光束形状を所望の形状に成形する技術に関しては、例えば、特開平 0 5 - 2 1 5 3 0 8 号公報や特開 2 0 0 1 - 0 3 5 7 7 7 号公報に記載されているため各光学素子の詳細な配置方法の説明は省略する。

## 【0 0 2 5】

続いて、開口絞り 5 から出射した照明光は、ハーフミラー 8 によって光路が分岐される。

## 【0 0 2 6】

ハーフミラー 8 には、95%以上の透過率を有する半透過膜がコーティングされており、照明光のほとんどは透過するが、一部は反射されて光量を検知するセンサ 1 1 上に集光し、光源であるレーザー 1 の出力強度が測定されるようになっている。センサ 1 1 については、例えば、二次元センサを用いて、照明形状調整光学系 3 によって成形された照明領域の形状を検知することも可能であるが、ここでは、照射領域全体の積算光量を検知する目的で使用しているため、二次元センサである必要はなく、センサの種類を切換えて使用する事で対応しても良い。ここで検出された光源であるレーザー 1 の出力は図示しない主制御系に送信され、レーザー 1 の出力ないしは発振パルス数を調整することによって、照明光の強度が目的の値で安定するように調整がなされている。

## 【0 0 2 7】

一方、ハーフミラー 8 を透過した照明光はレンズ 7 によって、可動ブラインド 1 5 上に結像し、可動ブラインド 1 5 によって形成された開口エリアを通過した光束が結像光学系 8 側へ進行する。可動ブラインド 1 5 の詳細な構成に関しては

、例えば、特開平10-092727号公報などで説明がされているため、ここでは説明を省略するが、その位置は、光学的にはオプティカルインテグレート4のフーリエ変換面となっており、マスク21と光学的に共役な位置となっている。

#### 【0028】

結像光学系8は、可動ブラインド15上の像を更にマスク21上に結像させるための光学系であって、以上の構成により、可動ブラインド15上の像はマスクステージ22上に載置されたマスク21上に、ある投影倍率R2をもって照明光が照射され、さらに、マスク21を透過した照明光は投影光学系25によって、ウエハ30上に投影され、マスク21上にクロム等によって形成されたパターンが、ウエハ30上に結像転写される。

#### 【0029】

ここまでの構成は、一括露光型の投影露光装置であっても走査露光型であっても、ほぼ同一である。走査型の投影露光装置（スキャナー）ではマスク21及びウエハ30が、それぞれ独立して、照明光の光軸と概直交する面内で移動可能なマスクステージ22及びウエハステージ32上に載置されており、照明光の元でマスク21とウエハ30を同期して走査することによって露光が行われるようになっている。ただし、本実施例は一括露光型の投影露光装置（所謂ステッパー）に適用しても構わない。

#### 【0030】

このため、マスクステージ22は、図示しないリニアモータ等の駆動系によって走査方向（以下スキャン方向と呼ぶ）に駆動可能なように、静圧ガイドを介して図示しない構造体に連結されている。図示しないレーザー干渉計によって駆動位置を確認しながらステージ制御系の指令に基づいてステージ駆動が行われる。また、ウエハステージ32も同様に静圧ガイドによって図示しない構造体に支持されており、やはり、図示しないリニアモータ等の駆動系によって、スキャン方向とスキャン方向に対して直交する方向（以下、スリット方向と呼ぶ）の二次元方向への駆動が可能となっている。当然のことながら、ウエハステージ32の駆動もレーザー干渉計によって位置の認識が行われており、ステージ制御系の指令

に基づいて駆動が行われている。これらのステージを同期駆動して走査露光が行われるが、走査露光に際してマスクステージ 22 はステージ制御系の指令に基づいて、マスク 21 をスキャン方向（またはスキャン方向とは逆方向）に走査するのと同期して、ウエハステージ 32 はウエハ 30 をスキャン方向とは逆方向（またはスキャン方向）に走査する。

#### 【0031】

以上のように露光によるパターンの転写を行なうための露光工程とは別に、前述した光洗浄あるいは予備露光のための露光工程が実施される。前述のように、KrF レーザーや ArF レーザーのようなエキシマレーザーを光源として用いる光学装置においては、構成される光学素子の材料として石英あるいは螢石が一般的に用いられているが、特に石英材料を使用した光学素子において、前記エキシマレーザー光の連続的な照射と休止を繰り返した場合に、光学素子の透過率が照射時間及び休止時間によって変化する事が知られている。

#### 【0032】

図 9 はレーザー 1 の射出口直後に配置した、図示しない照度計で計測した出力強度と、ウエハステージ 32 上に設置した照度センサ 33 によって計測した出力強度との比率を露光装置の全系透過率として捕らえ、レーザー光の照射時間に対応する変化の状態を示したものであって、同図に示すようにレーザー光の照射開始直後では全系透過率は一旦減少し、その後に緩やかに全系透過率が増加してやがて飽和状態となっている。すなわち、レーザー光照射直後においては光学素子材料の透過率が急速に低下して、全系の透過率が低下し、続いて、光学系内の光学素子表面に付着した不純物や水分等がレーザー光の照射によって活性化して引き剥がされた（所謂光洗浄効果によってクリーニングされた）結果、全系透過率が上昇している。したがって、露光装置において、一般的には図 7 に示すように、露光条件変更やロット交換のための休止時間 82 をはさんだ後、透過率が低下する。しかし、複数毎のウエハ露光が完了するたびに予備露光と称されるダミーパルスの照射を行って光学系内の光洗浄を行なうと共に、光学系の透過率を再計測して露光量の制御精度を保証する工程が設けると、露光装置の全系透過率を図 8 のように回復させることができる。

## 【0033】

光洗浄の詳細についても、前述のように特開平10-335235号公報において説明がなされており、また、予備露光のないように関しては、特開2001-110710号公報などによって説明がなされているのでここで説明を省略するが、一般的に、光洗浄ないしは予備露光の工程（以下、代表して予備露光工程と呼ぶ）では、レーザー光が光学系を構成する光学素子の表面に可能な限り広い範囲で照射されることが望ましく、図10に示した、本実施例の露光装置においても、光路調整光学系2から投影光学系25に至るまでの光学系は最大NAを有効径とする照明条件に変更されており、開口絞り5及び駆動ブラインド15も最大開港状態に設定されている。レーザー1より射出された照明光は、各光学素子の最大有効領域に照射されて、投影光学系25を通過した後にウエハステージ32上に照射されるが、このとき本実施例による露光装置の場合、ウエハステージ32上には図3に示すように照度センサ33の近傍に遮光板61が設置されていて、予備露光の工程が開始されると、ウエハステージ32はステージ制御系95の指令によって、投影光学系25の露光領域に、前記、遮光板61が位置するように駆動される。予備露光工程では、数百パルスから数千パルスのレーザー照射が行われるが、この照射光のほとんどは遮光板61上に照射され、予備露光工程の最後の数パルスを照射する直前に、ウエハステージ32を再度駆動して、照度センサ33が照射領域に位置決めされる。この最終の数パルス分の露光光照射では、レーザー1の射出口あるいはハーフミラー8によって分岐された光路に配置されたセンサ11によって検出されたレーザー光強度と、ウエハステージ32上の照度センサ33によって検出されたレーザー強度とを比較し、露光装置の全系透過率の劣化具合ないしは回復具合の判定を行っており、予備露光が適切に行われたかどうかの判定を行なうと共に、センサ11の出力を元にウエハ面での露光量を算出する際に使用する、補正係数を修正している。

## 【0034】

このように予備露光工程において、ウエハステージ32の位置は露光領域に遮光板61を位置決めする場面と照度センサ33を位置決めする場面が交互に存在することから、本実施例では図3に示すようにウエハステージ32上において、



遮光板 61 は照度センサ 33 に近接した位置に配置されていて、ステージ位置の切替時間が短縮されるようになっている。

#### 【0035】

さて、予備露光工程でのレーザー照射によって、遮光板 61 の表面は照射エネルギーの暴露を受けるため、遮光板 61 には大きな熱的負荷がかかり、遮光板が熱により変形してしまう可能性がある。そこで、本実施例の遮光板 61 は、銅板を母在として用い、表面には TiAlN の薄膜をイオンプレーティングにより形成している。但し、遮光板 61 は露光光の暴露による変質がない材質であれば、特に材質が問われることはなく、金属材料のほかに、ガラスやセラミックあるいは結晶材料を用いても良い。

#### 【0036】

さらに、遮光板 61 の表面はショットピーニングないしはケミカルエッチングによって受光面が  $Ra\ 200\ \mu m$  程度に粗され、露光光に対する表面反射は 0.5% 以下となっている。本実施例では、露光光源として KrF ないしは ArF エキシマレーザーを光源とする露光装置であって、投影光学系の最大 NA が 0.95 の場合を想定して、受光面の粗し状態と表面処理の種類の選定した場合を記載したが、露光光源の種類と、投影光学系の最大 NA によって反射特性が異なるため、本実施例による選択条件に限定されるものではない。

#### 【0037】

以上の構成により遮光板 61 に照射された露光光は周囲に反射拡散することなく、遮光板 61 に吸収されて蓄熱される。前記のように遮光板 61 は熱伝達性の高い銅を母在としているため、遮光板 61 表面の熱は直ちに遮光板内に伝播し、さらには、遮光板裏面へと熱伝達が行われる。図 5 は遮光板 61 の周辺部の構造をさらに詳しく説明したものであって、同図において、遮光板 61 内の熱は熱伝達層 65 を介して放熱板 66 に伝達される。熱伝達層 65 及び放熱板 66 は遮光板 61 と同様に、銅、銀、アルミニウム等、熱伝達性の高い物質又は、前記物質を含む化合物によって成り立っているが、こちらは輻射によってウエハステージ 32 へ熱が伝播されることを防止するため、表面の粗し処理や、TiAlN 等の表面処理は施されていない。

## 【0038】

遮光板 61 及び放熱板 66 の熱伝達層側の表面は特に粗す処理は施されていないとは言っても、一般に金属の構造部材を用いた場合の表面粗さは、 $Ra\ 1\ \mu m$  程度であって微小な凹凸が存在し、さらに加工歪や、熱変形によって表面形状の変化も考えられる事から、より効率的に熱の伝達を行なうためには熱伝達層 65 には、前記のように銅、銀、アルミニウム等の金属材料やそれらを含む化合物を使用するよりも、ゲル状物質のような柔軟性のある物質が望ましい。そこで本実施例における露光装置では、半導体装置の放熱用充填剤などに用いられる、ペースト状の熱伝導ゲル又はペースト状のシリコン化合物を熱伝達層 65 に使用している。例えばペースト状の熱伝導ゲルでは熱伝導率が  $1\sim 10\ W/m\cdot K$  と高くゲル状物質であるため  $1\ mm$  以下の厚さに塗布が可能であるが、一般に数百  $\mu m$  ～数千  $\mu m$  程度のシロキサンを含んでおり、投影光学系 25 の周辺で使用した場合、光学素子材料のクモリ物質として付着する可能性があることから、そのまま使用することはできず、アルミニウム薄膜ないしは高分子薄膜による外装を付加して、揮発成分が周辺雰囲気中に拡散することを防止している。このように、前記熱伝達層 66 及び放熱板は、複数の構成部材を重ね合わせた構成であって、物性によって熱の伝達を行なう構造によるものであっても良いが、もちろんペルチェ素子等を用いて強制的に熱の制御を行なう構造であっても良い。特に露光光源として F2 レーザーないしは EUV 光源を用いるような極紫外領域の露光装置においては露光光の光路中の減衰を抑えるために、光路雰囲気を  $10^{-4}\ Pa$  以下程度の真空状態に保っていることが考えられ、当然のことながら、ウエハステージ 32 やその上部に配置された遮光板 61 及び熱伝達層 66 も真空中に配置されることになるため、耐真空性を有する構造であることが要求される。この場合、前記、ペースト状の熱伝導ゲル物質は真空チャンバ内に拡散する恐れがあって、使用することが困難であり、またアルミニウム薄膜で外装した場合であっても、内部に混入した水分や気泡の膨張が考えられるため、真空中での使用には問題がある。したがって、真空環境下においてはペルチェ素子を遮光板 61 に接着固定し、強制的な熱交換を行なうことが望ましい。

## 【0039】

以上に記載した構成では、遮光板 6 1 に与えられた熱負荷を放熱板 6 6 側へ伝達することを目的としているが、単に熱を伝達しただけでは、ウエハステージ 3 2 上に蓄積される熱量は減少しない。そこで、放熱板 6 6 により熱を分散させると共に、ウエハステージ 3 2 に熱が伝わらないようにするために、放熱板 6 6 とウエハステージ 3 2 との間に断熱層 6 8 を設ける。この断熱層は、放熱板からウエハステージに熱が伝わるのを防止している。ここで、この断熱層は熱容量の大きなものであっても良く、遮光板 6 1 に露光光が当たっている間は断熱層に熱を貯め、遮光板 6 1 に露光光が当たっていない間に断熱層 6 8 に貯まった熱を放熱することができるようにしても良い。

#### 【 0 0 4 0 】

また、放熱板 6 6 に伝達された熱を放熱するために、放熱板 6 6 に貯まった熱を吸収するための冷却管 6 7 を設けても良い。この冷却管には冷媒を流すように構成しており、冷却管に繋がっている図示しない配管によって冷媒を放熱板内の冷却管 6 6 からウエハステージ 3 2 の外部へ伝送することで、熱を外部に放出できるようにしている。勿論、放熱板 6 6 を冷却する方法として、冷却管 6 6 を用いる必要は無く、放熱板 6 6 を冷却することができるのなら、他の手段でも構わない。また冷却管（冷却手段）が冷却する対象は必ずしも放熱板 6 6 である必要は無く、遮光板 6 1 を直接冷却するようにしても構わないし、別の部材を介して間接的に遮光板 6 1 を冷却しても構わない。

#### 【 0 0 4 1 】

また、前述の断熱層と前述の冷却管（もしくは代替の冷却手段）は、両方とも設けても良いし、いずれか一方のみを設けるようにしても構わない。

#### 【 0 0 4 2 】

予備露光工程では、前記のように露光光の大部分を遮光板 6 1 に照射し、ウエハステージ 3 2 上に露光熱による熱が蓄積されることを防止しているが、遮光板 6 1 への照射はもちろん予備露光工程や光洗浄工程に限定されるものではなく、例えば連続露光によって光学素子及び光学素子の保持部材が変形し、投影光学系 2 5 の光学性能に変化が生じる現象を露光量に準じて補正する場合には、露光工程を試験的に繰り返して、実施の像性能変化を計測し、その計測結果に基づいて

、投影光学系の像性能補正係数を算出している。このような試験露光であっても、ウエハステージ 32 に対する熱負荷を最小限に抑える必要があり、遮光板 61 上への露光が必要となる。但しこの場合、遮光板 61 の表面反射と、実際の露光におけるウエハ 30 の表面反射が異なると、投影光学系 25 への熱負荷条件が実際と異なってしまい、正しい補正係数が求められない場合がある。このような試験露光を実施するために、例えば遮光板の表面にウエハ 30 の表面と同様の反射特性を持たせた領域を設けることで、実際の露光時と同じ状況を再現したり、あるいは、表面反射状態の異なる複数の遮光板 61 をウエハステージ 32 上に配置したりすることは、本発明の趣旨に反するものではない。

#### 【0043】

もちろん、遮光板 61 の表面は平面である必要はなく、凹面、凸面、あるいは複数の段差を有する階段構造を呈していても良い。

#### 【0044】

##### (第 2 の実施例)

図 2 及び図 4 は出願に掛かる投影露光装置のウエハステージ 32 に関する他の実施形態を示したものであって、同図においてウエハステージ 32 内には透過窓（貫通窓）71 が設けられ、光洗浄のための露光や予備露光のための露光光は、光束形状を変更するための成形光学系 72 を通過した後に、前記透過窓 71 を通過して光路変更ミラー 73 によって光路を変更され、さらにデフューザ 74 に照射されている。

#### 【0045】

前記デフューザ 74 は、例えば図 2 に示すように、粗い凹凸表面形状を有する金属製の凹円錐部品であって、露光光の波長に対する反射率を 1% 以下に抑えるための表面処理が施されている。このため、光洗浄のための露光や予備露光のための露光光は、ウエハステージ 32 やウエハ 30 に照射されることなく透過し、さらに、デフューザ 74 によって露光光が外部拡散されることなく吸収されるため、ウエハステージ 32 の蓄熱による精度不良や、散乱光によるウエハ 30 の感光と言った弊害を受けることもない。

#### 【0046】

もちろん、前記遮光板 61 が照度センサ 33 の近接位置に配置された場合と同様に、貫通窓 71 も図 4 に示すごとく、照度センサ 33 の近傍に配置されている。

#### 【0047】

また、この第 2 実施例においては、透過窓 71 を設けたが、所謂窓（穴）のような形状ではなく、ステージの端部に切り欠きを設け、その切り欠きの内部を予備露光光が透過するような構成にしても構わない。予備露光光がウエハステージ 32 を透過する（素通りする）ような構成であれば、この第 2 の実施例の透過窓 71 と同様の機能を奏することが可能である。

#### 【0048】

また、成形光学系 72 は、透過率が高い（透過率は低くとも 90% 以上、より好ましくは 99% 以上）材料で構成されており、成形光学系が予備露光光をほとんど吸収しないように構成している。

#### 【0049】

ここで、本願の実施態様は以下のような態様も含む。

#### 【0050】

（実施態様 1）

光源手段からの光束で原板上のパターンを照明する照明光学系と、前記パターンからの光を基板上に投影する投影光学系と、前記基板を搭載して駆動する基板ステージとを有する投影露光装置であって、

前記基板ステージ上に断熱層及び／又は冷却手段を介して遮光板を配置したことを特徴とする投影露光装置。

#### 【0051】

（実施態様 2）

前記遮光板は、前記光源手段からの光束に対する反射率が 1% 以下であることを特徴とする実施態様 1 記載の投影露光装置。

#### 【0052】

（実施態様 3）

前記遮光板の熱を放出することが可能な放熱手段を備えることを特徴とする実

施態様 1 又は 2 に記載の投影露光装置。

【 0 0 5 3 】

(実施態様 4)

前記基板ステージと前記遮光板との間であって、前記基板ステージ側に前記断熱層、前記断熱層より前記遮光板側に前記冷却手段が配置されていることを特徴とする実施態様 1 又は 2 に記載の投影露光装置。

【 0 0 5 4 】

(実施態様 5)

前記遮光板と前記冷却手段との間に、前記遮光板の熱を放出することが可能な放熱手段を備えることを特徴とする実施態様 4 に記載の投影露光装置。

【 0 0 5 5 】

(実施態様 6)

前記投影露光装置が有する光学系の少なくとも一部を光洗浄するための前記光源手段とは別の第二の光源手段を有することを特徴とする実施態様 1 乃至 5 いずれかに記載の投影露光装置。

【 0 0 5 6 】

(実施態様 7)

前記遮光板は、前記第二の光源手段より発せられる光に対する反射率が 1 % 以下であることを特徴とする実施態様 6 に記載の投影露光装置。

【 0 0 5 7 】

(実施態様 8)

光源手段からの光束で原板上のパターンを照明する照明光学系と、前記パターンからの光を基板上に投影する投影光学系と、前記基板を搭載して駆動する基板ステージとを有する投影露光装置であって、

前記基板ステージが、前記光源手段からの光束が透過可能な窓を有することを特徴とする投影露光装置。

【 0 0 5 8 】

(実施態様 9)

前記透過可能な窓は、前記基板ステージ内に前記基板ステージを貫通するよう

に、もしくは前記基板ステージの端部に切り欠くように形成されていることを特徴とする実施態様 8 記載の投影露光装置。

#### 【0059】

(実施態様 10)

前記光源手段からの光束が、前記透過可能な窓を通り抜けるように光束を成形する成形光学系を有することを特徴とする実施態様 8 又は 9 記載の投影露光装置。

#### 【0060】

(実施態様 11)

前記透過可能な窓を透過した光束を受光する受光板を備えることを特徴とする実施態様 8 乃至 10 いずれかに記載の投影露光装置。

#### 【0061】

(実施態様 12)

前記受光板の熱を放熱することが可能な放熱手段を有することを特徴とする実施態様 11 記載の投影露光装置。

#### 【0062】

(実施態様 13)

前記受光板を冷却する冷却手段を有することを特徴とする実施態様 11 又は 12 記載の投影露光装置。

#### 【0063】

(実施態様 14)

前記受光板は前記基板ステージと熱的に隔離されていることを特徴とする実施態様 11 乃至 13 いずれかに記載の投影露光装置。

#### 【0064】

(実施態様 15)

前記投影露光装置が有する光学系の少なくとも一部を光洗浄するための前記光源手段とは別の第二の光源手段を有することを特徴とする実施態様 8 乃至 14 いずれかに記載の投影露光装置。

#### 【0065】

(実施態様 16)

前記透過可能な窓を透過した光束を受光する受光板を備え、前記第二の光源手段より発せられる光に対する前記受光板の反射率が1%以下であることを特徴とする実施態様 15 に記載の投影露光装置。

【0066】

(実施態様 17)

前記投影露光装置を用いて基板を露光する工程と、前記露光された基板を現像する工程とを有することを特徴とするデバイスの製造方法。

【0067】

(実施態様 18)

光源手段からの光束で原板上のパターンを照明し、前記パターンからの光を投影光学系を用いて基板上に投影する投影露光方法であって、

前記基板上に前記パターンを投影する工程と、前記基板を搭載して駆動する基板ステージ上に配置された遮光板に対して露光光を照射する工程とを含むことを特徴とする投影露光方法。

【0068】

(実施態様 19)

光源手段からの光束で原板上のパターンを照明し、前記パターンを投影光学系によって基板上に投影する投影露光方法であって、

前記基板上に前記パターンを投影する工程と、駆動ステージ内に配置された透過可能な窓に対して前記光源手段からの光束を導く工程とを含むことを特徴とする投影露光方法。

【0069】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、光洗浄あるいは予備露光などのように、投影露光以外の目的で実施される露光行為において、投影光学系側へ露光光あるいは洗浄光が照射された場合であっても、ウエハ30やウエハステージ32に、熱的な負荷が加えられる事が防止され、精度を保証した状態で投影露光を実施する事が可能となっている。



**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

本発明による遮光板の配置を説明する図

**【図 2】**

本発明によるウエハステージの形状例を説明する図

**【図 3】**

ウエハステージ上の配置を説明する図

**【図 4】**

ウエハステージの形状を説明する図

**【図 5】**

遮光板の取り付け方法の例を示す図

**【図 6】**

ウエハステージ上の温度分布の例を説明する図

**【図 7】**

光学系全体の透過率変化を説明する図

**【図 8】**

光学素子への付着物による透過率劣化を説明する図

**【図 9】**

透過率劣化の詳細を説明する図

**【図 10】**

本発明によるの投影露光装置の全体構成を説明する図

**【図 11】**

従来例によるの投影露光装置の構成を説明する図

**【符号の説明】**

- 1 エキシマレーザー
- 2 光路調整光学系
- 3 照明形状調整光学系
- 4 オプティカルインテグレータ
- 5 開口絞り

## 8 結像光学系

1 5 駆動ブラインド

2 1 マスク

2 2 マスクステージ

2 5 投影レンズ

3 0 ウエハ

3 2 ウエハステージ

3 3 照度センサ

3 5 ~ 3 6 ステージミラー

6 1 遮光板

6 4 脚

6 5 熱伝達層

6 6 放熱板

6 7 冷却管

7 1 貫通窓

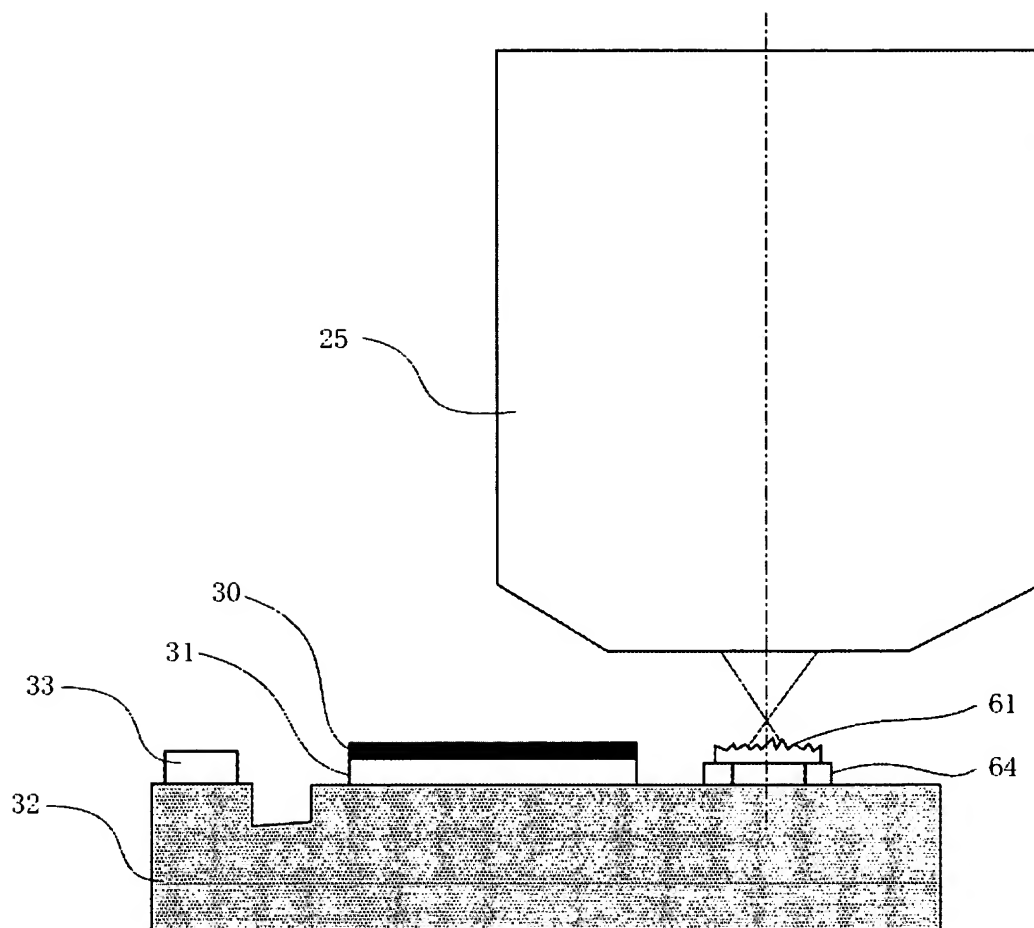
7 4 デフューザ

8 2 休止時間帯

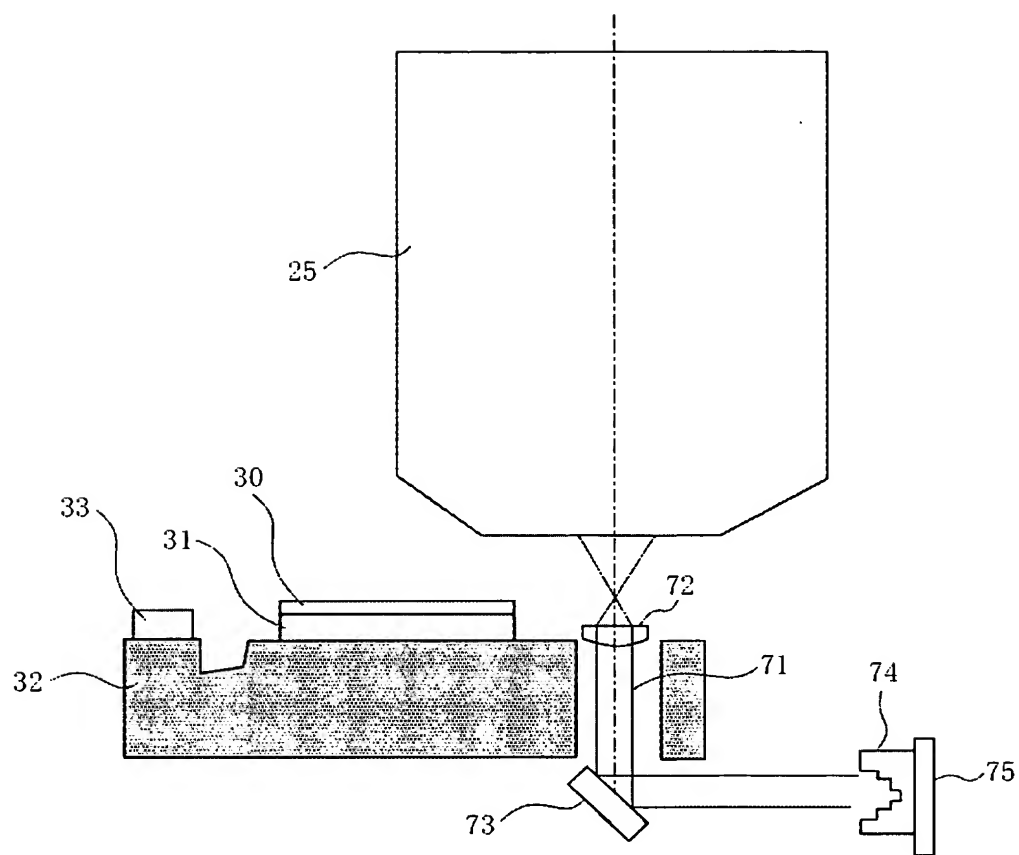
8 3 ~ 8 6 透過率測定値

【書類名】 図面

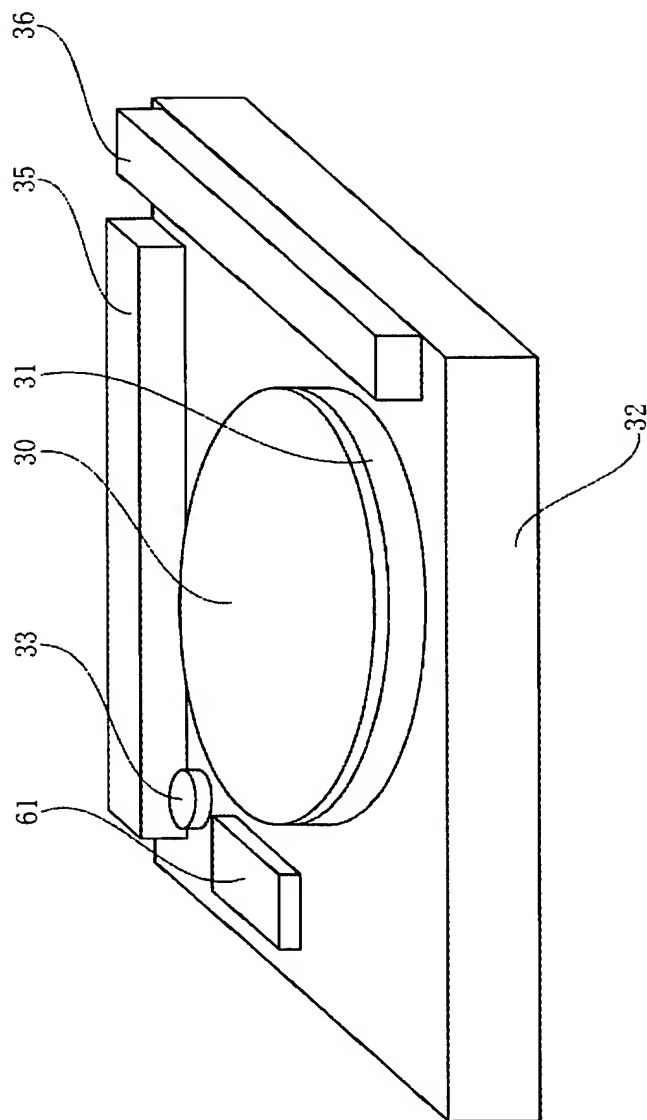
【図 1】



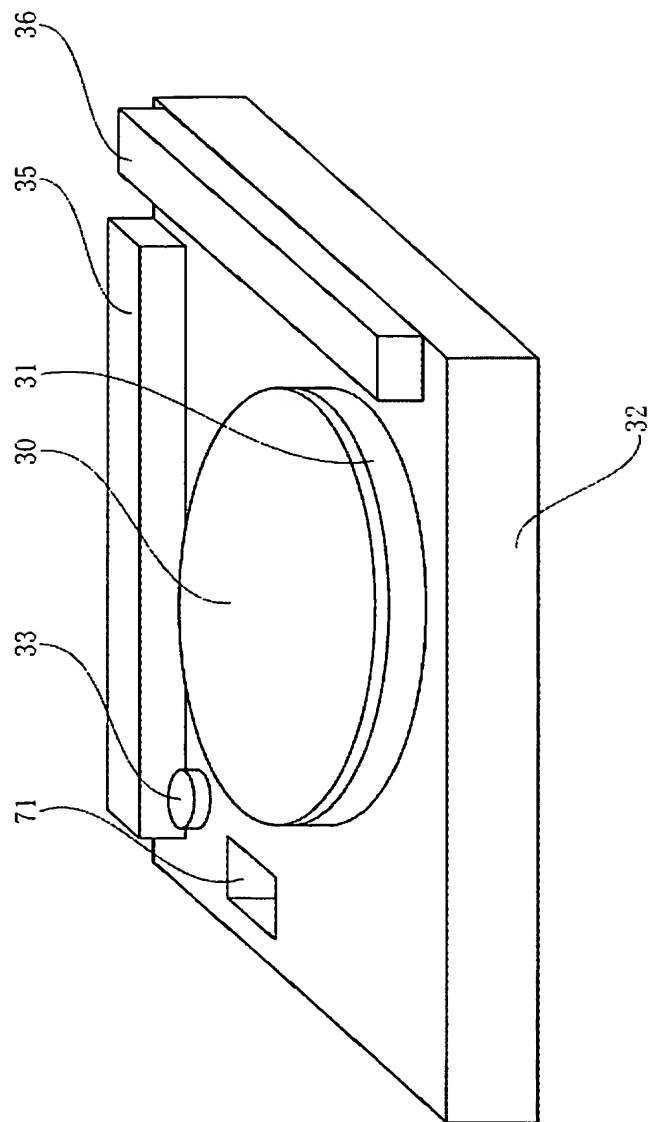
【図 2】



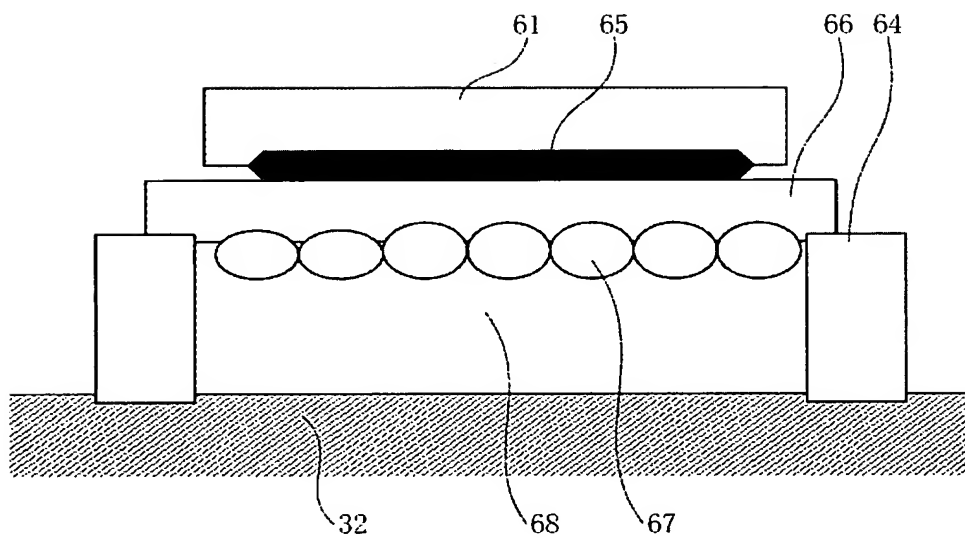
【図 3】



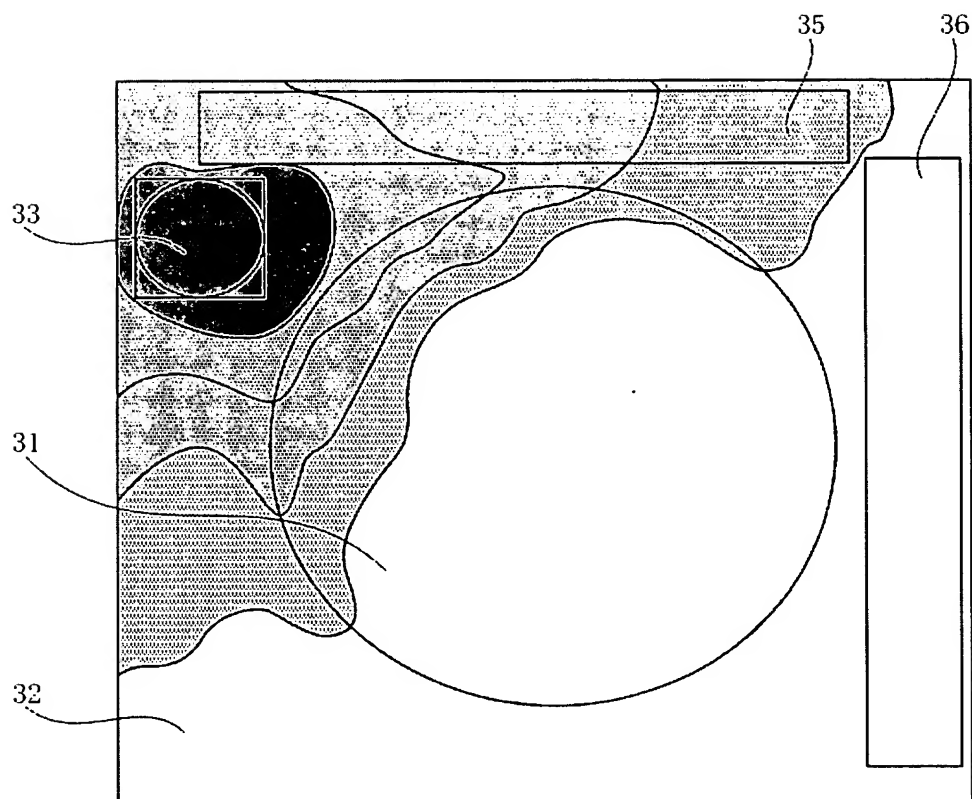
【図 4】



【図 5】

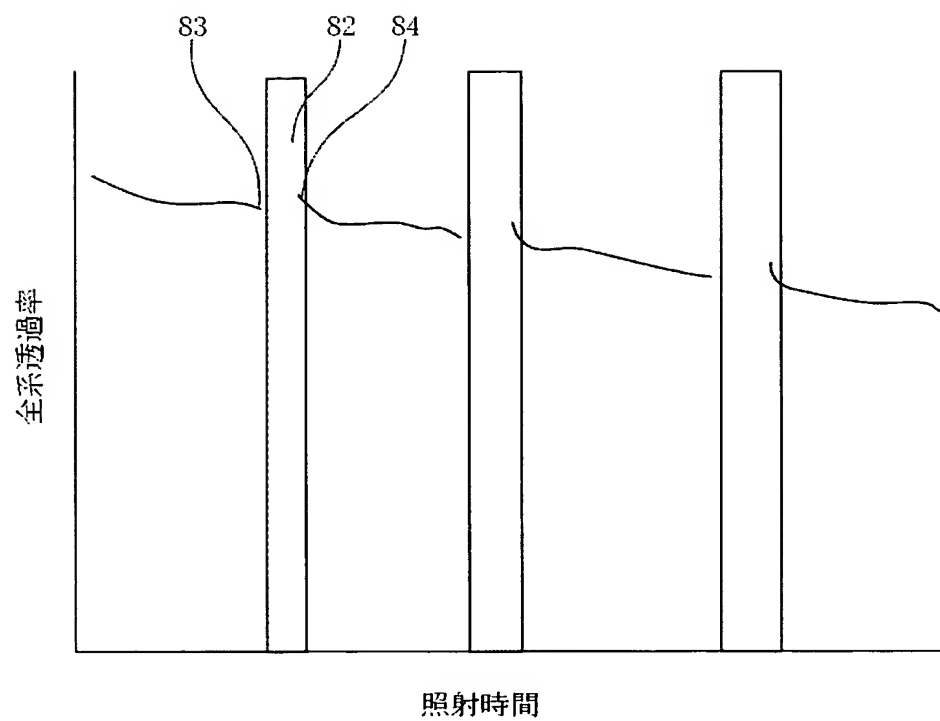


【図 6】

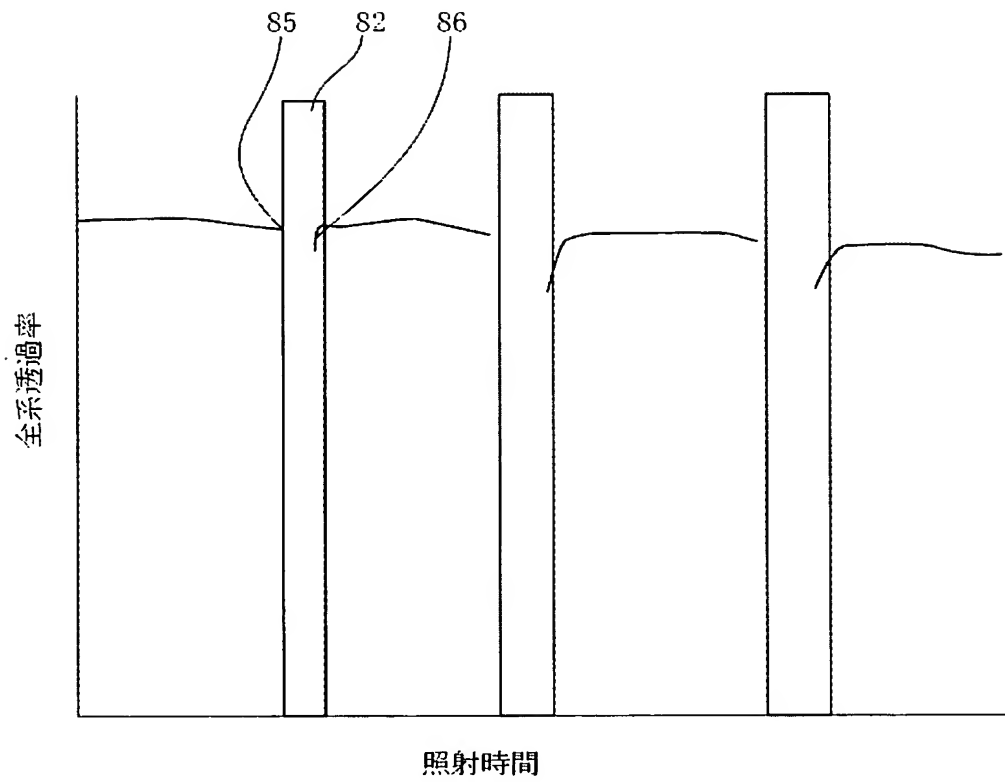




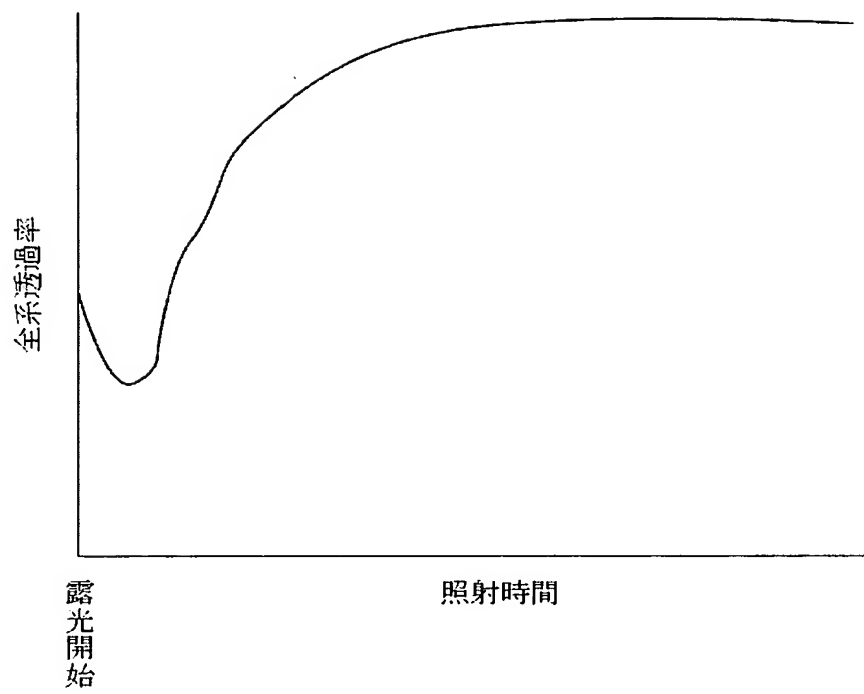
【図 7】



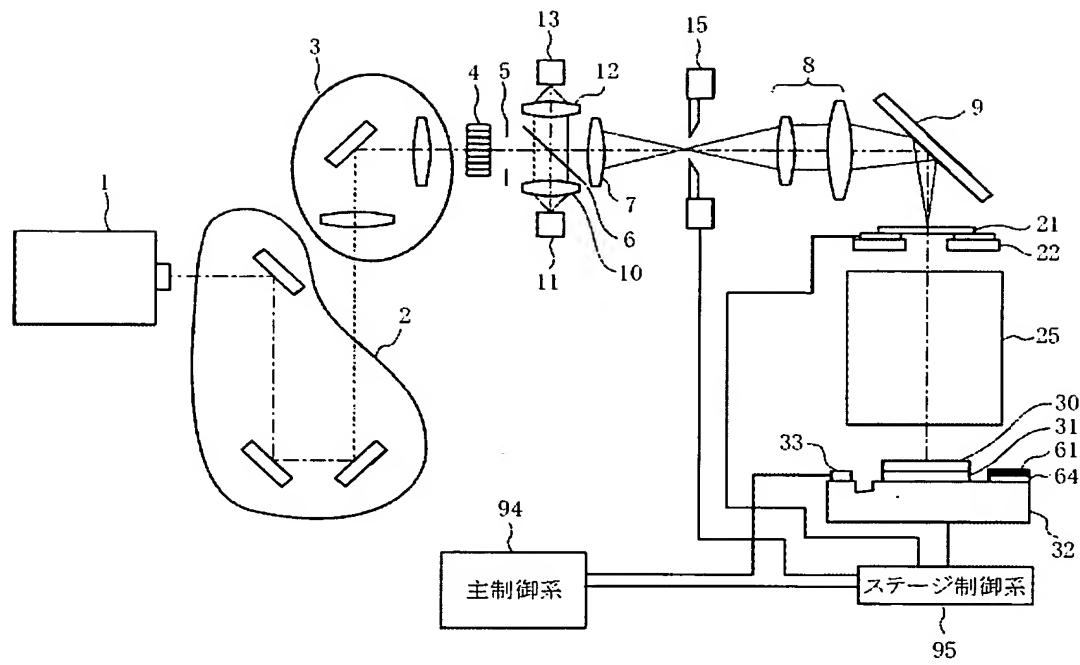
【図 8】



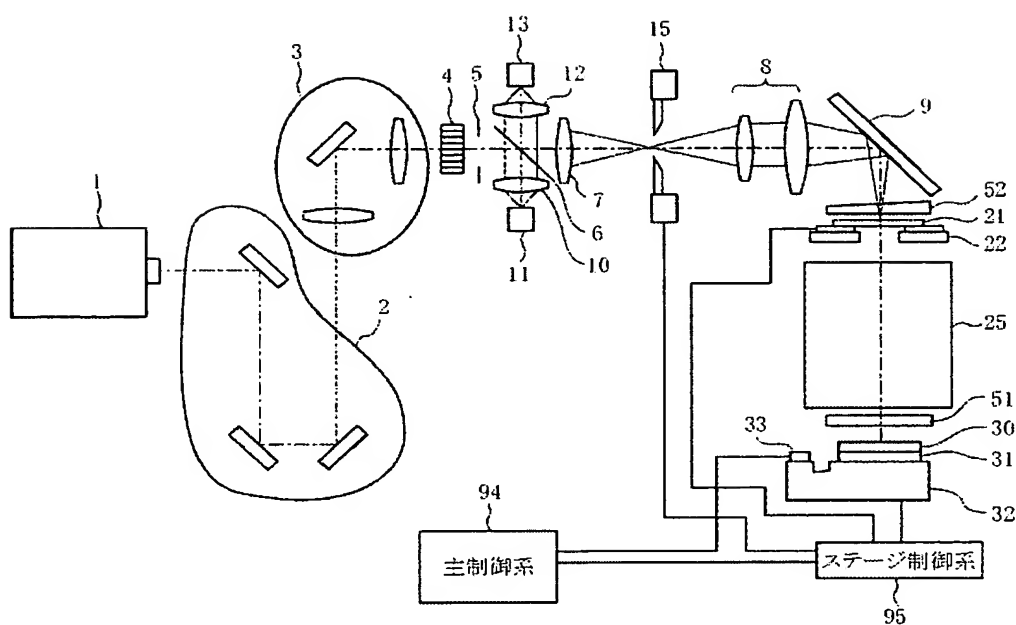
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 予備露光などの露光以外の目的で実施される露光行為によって、ウエハステージ等のユニットが熱変形等の悪影響を受ける事無く、高精度に使用可能な投影露光装置の提供を目的とする。

【解決手段】 本発明の投影露光装置は、光源手段からの光束で原板上のパターンを照明する照明光学系と、前記パターンからの光を基板上に投影する投影光学系と、前記基板を搭載して駆動する基板ステージとを有する投影露光装置であって、前記基板ステージ上に断熱層及び／又は冷却手段を介して遮光板を配置したことを特徴としている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 5 7 1 0 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名	キャノン株式会社